



ATTORNEY DOCKET NO. Q65715
PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

application of:

Yoshihiro SEI, et al.

Appln. No.: 09/927,528

Group Art Unit: 3723

Confirmation No.: 6221

Examiner: NOT YET ASSIGNED

Filed: August 13, 2001

For: TOOL PATH PREPARING METHOD AND MACHINING METHOD

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

Darryl Mexic
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037-3213
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: Japan 2000-244620

Date: November 13, 2001

日本国特許
JAPAN PATENT OFFICE



添紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 8月 11日

出願番号

Application Number:

特願2000-244620

出願人

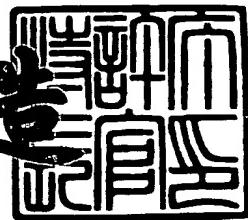
Applicant(s):

スター精密株式会社

2001年 7月 27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3067506

【書類名】 特許願
 【整理番号】 76023
 【提出日】 平成12年 8月11日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 B23Q 15/00301
 G05B 19/4093

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社
 内

【氏名】 清 義洋

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社
 内

【氏名】 梶山 武久

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社
 内

【氏名】 遠藤 延之

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社
 内

【氏名】 柴崎 邦久

【特許出願人】

【識別番号】 000107642
 【氏名又は名称】 スター精密株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100107191

【弁理士】

【氏名又は名称】 長濱 範明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 工具軌跡作成方法及び加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の軸の軸方向にオフセットされて配設された荒加工用工具及び仕上げ加工用工具を用い、前記所定の軸を中心として回転する被加工物と前記荒加工用工具及び前記仕上げ加工用工具との少なくともいずれか一方を移動させて荒加工と仕上げ加工とを同時に行うための工具軌跡を作成する工具軌跡作成方法であって、

前記仕上げ加工用工具の軌跡を前記所定の軸に対して直交する方向に仕上げ代分ずらすことにより前記荒加工用工具の軌跡を演算し、

前記荒加工用工具の前記軌跡を前記演算した後に、前記所定の軸の前記軸方向に見て前記被加工物と前記荒加工用工具との間に所定の間隔が形成されるように、前記荒加工用工具の前記軌跡を補正することを特徴とする工具軌跡作成方法。

【請求項2】 前記荒加工用工具の前記軌跡を補正する際に、前記所定の軸に対して直交する方向における前記荒加工用工具の移動速度が所定の値となるように、前記荒加工用工具の前記軌跡を補正することを特徴とする請求項1に記載の工具軌跡作成方法。

【請求項3】 前記荒加工用工具の前記軌跡を補正する際に、前記所定の軸の前記軸方向における前記被加工物と前記荒加工用工具との間隔が所定値となる位置から、前記荒加工用工具が前記所定の軸に対して直交する方向に所定の加速度で移動するように、前記荒加工用工具の前記軌跡を補正することを特徴とする請求項1に記載の工具軌跡作成方法。

【請求項4】 請求項1～請求項3に記載された工具軌跡作成方法により作成された工具軌跡に基づいて、前記荒加工用工具及び前記仕上げ加工用工具によって荒加工と仕上げ加工とを同時に行うことの特徴とする加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、荒加工と仕上げ加工とを同時に行うための工具軌跡を作成する工具

軌跡作成方法、及び、加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の工具軌跡作成方法及び加工方法として、たとえば特開昭63-200943号公報に開示されたようなものが知られている。この特開昭63-200943号公報に開示された工具軌跡作成方法及び加工方法は、仕上げ加工を行う1本の工具の位置を制御することによって、同時加工を行う他の工具が任意に与えられる仕上げ代だけ切込みの少ない荒加工の位置に自動的に制御され、仕上げ加工を行う1本の工具の刃先位置のみをプログラミングすることによって他の工具も順次仕上げ代だけ残した荒加工の位置に自動的に制御するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開昭63-200943号公報に開示されたような工具軌跡作成方法及び加工方法では、以下のような問題点を有している。

【0004】

仕上げ加工用工具を主軸方向に荒加工用工具と仕上げ加工用工具とのオフセット距離分ずらし、更に主軸と直交する方向に仕上げ代分ずらすことにより、荒加工用工具の軌跡を作成した場合、主軸に対して垂直もしくは垂直に近い形状（たとえば、段差部）を含む切削加工は、荒加工で仕上げ加工部分の内側まで切れ込んでしまうために不可能となる。

【0005】

上述した荒加工用工具による切れ込みを防ぐためには、加工の途中で一度仕上げ加工用工具の送りを停止させ、荒加工用工具を切り込みが生じない位置まで退避させる必要があり、加工時間が長くなってしまう。また、仕上げ加工用工具の送りを停止させるので、被加工物の仕上げ加工用工具が停止した位置に傷（カッターマーク）が生じてしまう。

【0006】

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、荒加工用工具及び仕上げ加工用工具による被加工物の加工時間を短縮すると共に、被加工物の表面が傷付くのを抑

制することが可能な工具軌跡作成方法及び加工方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る工具軌跡作成方法は、所定の軸の軸方向にオフセットされて配設された荒加工用工具及び仕上げ加工用工具を用い、所定の軸を中心として回転する被加工物と荒加工用工具及び仕上げ加工用工具との少なくともいずれか一方を移動させて荒加工と仕上げ加工とを同時に行うための工具軌跡を作成する工具軌跡作成方法であって、仕上げ加工用工具の軌跡を所定の軸に対して直交する方向に仕上げ代分ずらすことにより荒加工用工具の軌跡を演算し、荒加工用工具の軌跡を演算した後に、所定の軸の軸方向に見て被加工物と荒加工用工具との間に所定の間隔が形成されるように、荒加工用工具の軌跡を補正することを特徴としている。

【0008】

本発明に係る工具軌跡作成方法では、仕上げ加工用工具の軌跡を所定の軸に対して直交する方向に仕上げ代分ずらすことにより荒加工用工具の軌跡を演算した後に、所定の軸の軸方向に見て被加工物と荒加工用工具との間に所定の間隔が形成されるように荒加工用工具の軌跡を補正するので、仕上げ加工用工具の送りを停止させることなく荒加工用工具による仕上げ加工部分の内側への切れ込みを防ぐことができる。この結果、荒加工用工具及び仕上げ加工用工具による被加工物の加工時間を短縮することができる。また、仕上げ加工用工具の送りを停止させることがないので、仕上げ加工用工具により被加工物の表面にカッターマークが形成されるのを抑制することができる。

【0009】

また、荒加工用工具の軌跡を補正する際に、所定の軸に対して直交する方向における荒加工用工具の移動速度が所定の値となるように、荒加工用工具の軌跡を補正することが好ましい。このように、荒加工用工具の軌跡を補正する際に、所定の軸に対して直交する方向における荒加工用工具の移動速度が所定の値となるように荒加工用工具の軌跡を補正することにより、荒加工用工具を滑らかに移動

させることができ、荒加工用工具による切削負荷を低減することができると共に、切削負荷が変動するのを抑制することができる。

【0010】

また、荒加工用工具の軌跡を補正する際に、所定の軸の軸方向における被加工物と荒加工用工具との間隔が所定値となる位置から、荒加工用工具が所定の軸に対して直交する方向に所定の加速度で移動するように、荒加工用工具の軌跡を補正することが好ましい。このように、荒加工用工具の軌跡を補正する際に、所定の軸の軸方向における被加工物と荒加工用工具との間隔が所定値となる位置から、荒加工用工具が所定の軸に対して直交する方向に所定の加速度で移動するよう、荒加工用工具の軌跡を補正することにより、荒加工用工具の軌跡を簡易に補正することができる。また、荒加工用工具による切削負荷が変動するのをより一層抑制することができる。

【0011】

本発明に係る加工方法は、請求項1～請求項3に記載された工具軌跡作成方法により作成された工具軌跡に基づいて、荒加工用工具及び仕上げ加工用工具によって荒加工と仕上げ加工とを同時に行うことを特徴としている。

【0012】

本発明に係る加工方法では、請求項1～請求項3に記載された工具軌跡作成方法により作成された工具軌跡に基づいて、荒加工用工具及び仕上げ加工用工具によって荒加工と仕上げ加工とを同時に行うので、仕上げ加工用工具の送りを停止させることなく荒加工用工具による仕上げ加工部分の内側への切れ込みを防ぐことができる。この結果、荒加工用工具及び仕上げ加工用工具による被加工物の加工時間を短縮することができる。また、仕上げ加工用工具の送りを停止させることがないので、仕上げ加工用工具により被加工物の表面にカッターマークが形成されるのを抑制することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明による工具軌跡作成方法及び加工方法の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には

同一の符号を付しており、重複する説明は省略する。本実施形態では、本発明を工作機械、特にスイス型工作機械に適用した例を示す。

【0014】

図1は、本発明の実施形態に係る工作機械の構成を示すブロック図である。図1において、工作機械1は、主軸回転用モータ11、荒加工用工具移動用モータ21、仕上げ加工用工具移動用モータ31、被加工物移動用モータ41及び各モータ11, 21, 31, 41の駆動を制御するための制御ユニット部51を有している。

【0015】

主軸回転用モータ11は、被加工物が保持可能に構成された主軸（図示せず）を回転駆動させるためのもので、駆動回路12及び主軸回転制御回路13等を介して制御ユニット部51に接続されている。また、主軸回転用モータ11には、主軸回転用モータ11の回転を検知するためのパルスジェネレータ14が設けられている。このパルスジェネレータ14の出力は制御ユニット部51及び速度信号生成回路15に接続されており、パルスジェネレータ14から出力される回転検出信号が制御ユニット部51及び速度信号生成回路15に入力される。パルスジェネレータ14は、主軸回転用モータ11（主軸）の回転に同期して回転検出信号を発生し、制御ユニット部51及び速度信号生成回路15に出力する。ここで、主軸回転用モータ11（主軸）の回転中心軸が、各請求項における所定の方向に延びる軸を構成している。

【0016】

速度信号生成回路15は、パルスジェネレータ14から出力される回転検出信号を主軸回転用モータ11（主軸）の回転速度をあらわす主軸回転速度信号に変換する。速度信号生成回路15の出力は主軸回転制御回路13に接続されており、変換された主軸回転速度信号が主軸回転制御回路13に入力される。

【0017】

主軸回転制御回路13は、後述する制御ユニット部51から出力される主軸回転速度指令信号と、主軸回転制御回路13から出力される主軸回転速度信号とを比較して、その差に応じた制御信号を生成する。主軸回転制御回路13にて生成

された制御信号は、駆動回路12に出力される。

【0018】

駆動回路12は、主軸回転制御回路13から出力された制御信号に基づいて、主軸回転用モータ11（主軸）の回転速度が後述する主軸回転速度指令値となるように主軸回転用モータ11への供給電力を制御する。これら駆動回路12、主軸回転制御回路13、及び、速度信号生成回路15は、主軸回転用モータ11（主軸）の回転速度のフィードバック制御系を構成している。

【0019】

荒加工用工具移動用モータ21は、被加工物を荒加工（切削加工）するための荒加工用工具を、たとえば主軸回転用モータ11（主軸）の回転中心軸に対して直交する方向（X₁軸方向）に移動させるためのもので、駆動回路22及び荒加工用工具送り制御回路23を介して制御ユニット部51に接続されている。また、荒加工用工具移動用モータ21には、荒加工用工具移動用モータ21の回転を検出するパルスジェネレータ24が設けられている。このパルスジェネレータ24の出力は荒加工用工具送り制御回路23に接続されており、パルスジェネレータ24の回転検出信号が荒加工用工具送り制御回路23に入力される。パルスジェネレータ24は、荒加工用工具移動用モータ21の所定回転角度毎に回転位置信号を発生して、荒加工用工具送り制御回路23に出力する。

【0020】

荒加工用工具送り制御回路23は、パルスジェネレータ24から出力された回転位置信号に基づいて実際の荒加工用工具の移動位置を認識すると共に、認識した実際の荒加工用工具の移動位置と後述する制御ユニット部51から出力される荒加工用工具位置指令信号とを比較して、この比較結果に基づいて荒加工用工具駆動信号を生成する。荒加工用工具送り制御回路23にて生成された荒加工用工具駆動信号は、駆動回路22に出力される。駆動回路22は、荒加工用工具送り制御回路23から出力された荒加工用工具駆動信号に基づいて荒加工用工具移動用モータ21への供給電力を制御する。これら、駆動回路22及び荒加工用工具送り制御回路23は、荒加工用工具の移動位置のフィードバック制御系を構成している。

【0021】

仕上げ加工用工具移動用モータ31は、被加工物を仕上げ加工（切削加工）するための仕上げ加工用工具を、たとえば主軸回転用モータ11（主軸）の回転中心軸に対して直交する方向（X₂軸方向）に移動させるためのもので、駆動回路32及び仕上げ加工用工具送り制御回路33を介して制御ユニット部51に接続されている。また、仕上げ加工用工具移動用モータ31には、仕上げ加工用工具移動用モータ31の回転を検出するパルスジェネレータ34が設けられている。このパルスジェネレータ34の出力は仕上げ加工用工具送り制御回路33に接続されており、パルスジェネレータ34の回転検出信号が仕上げ加工用工具送り制御回路33に入力される。パルスジェネレータ34は、仕上げ加工用工具移動用モータ31の所定回転角度毎に回転位置信号を発生して、仕上げ加工用工具送り制御回路33に出力する。

【0022】

仕上げ加工用工具送り制御回路33は、パルスジェネレータ34から出力された回転位置信号に基づいて実際の仕上げ加工用工具の移動位置を認識すると共に、認識した実際の仕上げ加工用工具の移動位置と後述する制御ユニット部51から出力される仕上げ加工用工具位置指令信号とを比較して、この比較結果に基づいて仕上げ加工用工具駆動信号を生成する。仕上げ加工用工具送り制御回路33にて生成された仕上げ加工用工具駆動信号は、駆動回路32に出力される。駆動回路32は、仕上げ加工用工具送り制御回路33から出力された仕上げ加工用工具駆動信号に基づいて仕上げ加工用工具移動用モータ31への供給電力を制御する。これら、駆動回路32及び仕上げ加工用工具送り制御回路33は、仕上げ加工用工具の移動位置のフィードバック制御系を構成している。

【0023】

被加工物移動用モータ41は、被加工物を、たとえば主軸回転用モータ11（主軸）の回転中心軸に対して平行な方向（Z軸方向）に移動させるためのもので、駆動回路42及び被加工物送り制御回路43を介して制御ユニット部51に接続されている。また、被加工物移動用モータ41には、被加工物移動用モータ41の回転を検出するパルスジェネレータ44が設けられている。このパルスジェ

ネレータ44の出力は被加工物送り制御回路43に接続されており、パルスジェネレータ44の回転検出信号が被加工物送り制御回路43に入力される。パルスジェネレータ44は、被加工物移動用モータ41の所定回転角度毎に回転検出信号を発生して、被加工物送り制御回路43に出力する。

【0024】

被加工物送り制御回路43は、パルスジェネレータ44から出力された回転検出信号に基づいて実際の被加工物の移動位置を認識すると共に、認識した実際の被加工物の移動位置と後述する制御ユニット部51から出力される被加工物位置指令信号とを比較して、この比較結果に基づいて被加工物駆動信号を生成する。被加工物送り制御回路43にて生成された被加工物駆動信号は、駆動回路42に出力される。駆動回路42は、被加工物送り制御回路43から出力された被加工物駆動信号に基づいて被加工物移動用モータ41への供給電力を制御する。これら、駆動回路42及び被加工物送り制御回路43は、被加工物の移動位置のフィードバック制御系を構成している。

【0025】

図2(a)は、工作機械1における、被加工物Wの荒加工及び仕上げ加工動作の一例を説明するための図であり、加工前の被加工物Wの形状を示している。棒状の被加工物Wは、図2(a)に示されるように、主軸回転用モータ11により主軸回転用モータ11(主軸)の回転中心軸1回り(図2(a)中矢印A方向)に回転すると共に、被加工物移動用モータ41により主軸回転用モータ11の回転中心軸1と平行な方向(図2(a)中矢印C方向)に移動することになる。

【0026】

荒加工用工具2は、荒加工用工具移動用モータ21により主軸回転用モータ11の回転中心軸1と直交する方向(図2(a)中矢印B₁方向)に移動することになり、被加工物Wを所望の形状に荒加工(切削加工)する。仕上げ加工用工具3は、仕上げ加工用工具移動用モータ31により主軸回転用モータ11の回転中心軸1と直交する方向(図2(a)中矢印B₂方向)に移動することになり、被加工物Wを所望の形状に仕上げ加工(切削加工)する。

【0027】

荒加工用工具2と仕上げ加工用工具3とは、図2(a)に示されるように、主軸回転用モータ11(主軸)の回転中心軸1が延びる方向に見て所定の間隔(オフセット量)Dだけオフセットされて配設されている。また、荒加工用工具2と仕上げ加工用工具3とは、主軸回転用モータ11(主軸)の回転中心軸1を挟んで両側に配設されており、荒加工用工具2の移動方向と仕上げ加工用工具3の移動方向とが対向もしくは交差するように構成されている。

【0028】

本実施形態においては、図2(b)に示されるように、棒状の被加工物Wの一部に主軸回転用モータ11(主軸)の回転中心軸1に対して略垂直な面を有する段差部Waが形成されるように、被加工物Wの夫々の側から荒加工及び仕上げ加工を行う。被加工物Wの主軸回転用モータ11の回転中心軸1と平行な方向への移動により、荒加工と仕上げ加工とが同時に行われることになるが、荒加工用工具2と仕上げ加工用工具3とがオフセットして配設されているので、被加工物Wに対して、荒加工が仕上げ加工よりも先行することになる。なお、図2(a)においては、矢印B₁方向が上述したX₁軸方向となり、矢印B₂方向が上述したX₂軸方向となり、矢印C方向が上述したZ軸方向となる。

【0029】

制御ユニット部51は、図1に示されるように、中央演算ユニット52、カウント部53、ROM56、RAM57等を有している。中央演算ユニット52は、制御ユニット部51全体の信号処理等をつかさどる演算部である。カウント部53は、パルスジェネレータ14に接続されており、パルスジェネレータ14から出力されたパルス信号がインターフェース等を介して入力され、この入力されたパルス信号の発生回数をカウントするように構成されている。また、カウント部53は、中央演算ユニット52にも接続されており、パルスジェネレータ14から出力された回転検出信号の発生回数をカウントした結果を中央演算ユニット52に出力するようにも構成されている。

【0030】

ROM56は、各種処理プログラムを記憶する記憶部であって、その一部には、位置データ演算プログラムが記憶されている。位置データ演算プログラムは、

荒加工及び仕上げ加工を行う時の、主軸回転用モータ11（主軸）の所定の累積回転数 θ_n 毎における荒加工用工具2の移動位置及び仕上げ加工用工具3の移動位置を確定するため演算プログラムである。

【0031】

RAM57は、中央演算ユニット52における各種演算の結果を読み出し可能に一時的に記憶するように構成されており、その一部に、位置データテーブルメモリ57aが設けられている。位置データテーブルメモリ57aは、位置データ演算プログラムを用いることにより確定された、主軸回転用モータ11（主軸）の所定の累積回転数 θ_n 毎における荒加工用工具2の移動位置及び仕上げ加工用工具3の移動位置をそれぞれ荒加工用工具2の位置データ、仕上げ加工用工具3の位置データとして記憶するように構成されている。ここで、荒加工用工具2の位置データ（移動位置）が荒加工用工具2の軌跡を示すことになり、また、仕上げ加工用工具3の位置データ（移動位置）が仕上げ加工用工具3の軌跡を示すことになる。

【0032】

加工データ入力部61は、図1に示されるように、加工形状データ、加工条件等の被加工物Wの加工に関する各種データを入力するためのもので、加工データ入力部61に入力されたデータは、中央演算ユニット52に送られる。加工データ入力部61は、加工形状データとして仕上げ寸法に関するデータが、また、加工条件として精度、被加工物Wの材質のほか、荒加工あるいは仕上げ加工等の加工モード等に関するデータが入力できるように構成されている。

【0033】

また、中央演算ユニット52は、ROM56内に記憶されたプログラムに基づいて、カウント部53でのパルスジェネレータ14から出力された回転検出信号の発生回数のカウント結果に基づいて主軸回転用モータ11（主軸）の累積回転数を算出する。

【0034】

次に、図3に基づいて、中央演算ユニット52（制御ユニット部51）における荒加工用工具2の移動位置及び仕上げ加工用工具3の移動位置を確定する処理

動作を説明する。

【0035】

中央演算ユニット52は、まずS101にて、荒加工用工具2及び仕上げ加工用工具3の初期位置を読み込む。続くS103では、被加工物Wの累積回転数 θ の初期設定($\theta = \theta_0$)を行い、S105に進む。S105に進むと、中央演算ユニット52は、ROM56から位置データ演算プログラムを読み込む。続く、S107では、ROM56から読み込んだ位置データ演算プログラムを用いて、加工データ入力部61に入力された加工形状データ、加工条件等のデータに基づいて、主軸回転用モータ11(主軸)の所定の累積回転数 θ_n における仕上げ加工用工具3の移動位置(X_2 方向での移動位置)を演算、確定し、S109に進む。

【0036】

S109では、ROM56から読み込んだ位置データ演算プログラムを用いて、S107にて確定された仕上げ加工用工具3の移動位置に基づいて、主軸回転用モータ11(主軸)の所定の累積回転数 θ_n における荒加工用工具2の移動位置(X_1 方向での移動位置)を演算する。荒加工用工具2の移動位置の演算では荒加工用工具2と仕上げ加工用工具3とのオフセット量D、仕上げ代f等が考慮される。荒加工用工具2の移動位置は、荒加工用工具2の軌跡が仕上げ加工用工具3の軌跡よりも仕上げ代f分だけ主軸回転用モータ11の回転中心軸1と直交する方向にずれるように、仕上げ加工用工具3の移動位置に仕上げ代fを加算して演算される。

【0037】

続くS111では、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向におけるS109にて演算された荒加工用工具2の移動位置と被加工物Wとの間隙を演算し、この間隙が所定値G以下であるか否かを判断する。主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向における荒加工用工具2の移動位置と被加工物Wとの間隙が所定値G以下である場合には(S111で「Yes」)、S113に進む。一方、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向における荒加工用工具2の移動位置と被加工物Wとの間隙が所定値より大きい場合には(S111で「No」)、S1

15に進む。所定値Gは、被加工物Wの送り速度、被加工物Wの段差部Waの高さ、荒加工用工具2の移動可能速度、仕上げ代f等に基づいて設定される。

【0038】

S113では、荒加工用工具2の移動位置を、荒加工用工具2が被加工物Wの仕上げ加工部分の内側に切れ込まないように、主軸回転用モータ11の回転中心軸1と直交する方向(X_1 方向)に補正、確定する。ここで、荒加工用工具2の移動位置は、主軸回転用モータ11の回転中心軸1と直交する方向における荒加工用工具2の移動速度が所定の値となるように補正される。

【0039】

続くS115では、S107で確定された仕上げ加工用工具3の移動位置とS113で確定された荒加工用工具2の移動位置とを、所定の累積回転数 θ_n に対応づけてRAM57の位置データテーブルメモリ57aに荒加工用工具2の位置データ及び仕上げ加工用工具3の位置データとして記憶する。その後、S117に進み、主軸回転用モータ11(主軸)の累積回転数に基づいて、仕上げ加工用工具3が被加工物Wの仕上げ加工領域の端部(最終位置)まで到達したか否かを判断する。仕上げ加工用工具3が被加工物Wの仕上げ加工領域の端部まで到達した場合には(S117で「Yes」)、処理を終了する。

【0040】

一方、仕上げ加工用工具3が被加工物Wの仕上げ加工領域の端部まで到達していない場合には(S117で「No」)、S119で被加工物Wの累積回転数 θ_n を θ_{n+1} として、S107にリターンして、新たな被加工物Wの所定の累積回転数 θ_n における仕上げ加工用工具3の移動位置を確定して、処理を続ける。

【0041】

次に、図4に基づいて、中央演算ユニット52(制御ユニット部51)における荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号の出力処理動作を説明する。

【0042】

中央演算ユニット52は、まず、S301にて、仕上げ加工の加工開始指令が出されたか否かを判断する。加工開始指令が出された場合には(S301で「Y

es」)、S303に進む。加工開始指令が出されていない場合には(S301で「No」)、リターンして、加工開始指令が出されるまで待機する。

【0043】

S303に進むと、中央演算ユニット52は、RAM47の位置データテーブルメモリ57aに記憶された荒加工用工具2の位置データ及び仕上げ加工用工具3の位置データを読み込む。荒加工用工具2の位置データ及び仕上げ加工用工具3の位置データが読み込まれると、S305に進み、中央演算ユニット52は、荒加工用工具2の移動位置をあらわすことになる荒加工用工具2の位置データを荒加工用工具位置指令信号として荒加工用工具送り制御回路23に出力すると共に、仕上げ加工用工具3の移動位置をあらわすことになる仕上げ加工用工具3の位置データを仕上げ加工用工具位置指令信号として仕上げ加工用工具送り制御回路33に出力する。荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号は、カウント部53でのカウント結果に基づいて出力される。詳細には、カウント部53でのカウント結果に基づいて、主軸回転用モータ11(主軸)の累積回転数が位置データテーブルメモリ57aにて設定されている所定の累積回転数 θ_n に到達する毎に、対応する荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号が出力される。

【0044】

その後、S307にて、S303において読み込まれた荒加工用工具2の位置データ及び仕上げ加工用工具3の位置データのうちの最終の位置データに対応する荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号が出力されたか否かが判断される。最終の移動位置に対応する荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号が出力されていない場合には(S307で「No」)、S305にリターンされて、主軸回転用モータ11(主軸)の累積回転数が、上述した所定の累積回転数 θ_n に到達する毎に、荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号が順次出力され、これにより被加工物Wが同時に荒加工及び仕上げ加工される。最終の位置データに対応する荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号出力された場合には(S307で「Yes」)、処理動作を終了する。

【0045】

中央演算ユニット52（制御ユニット部51）は、荒加工及び仕上げ加工に適した主軸回転速度指令値を決定し、決定した主軸回転速度指令値を主軸回転速度指令信号として主軸回転制御回路13に出力する。主軸回転制御回路13は、中央演算ユニット52から出力される主軸回転速度指令信号に基づいて、主軸回転用モータ11（主軸）の回転速度が所定の回転速度となるように、駆動回路12に制御信号を出力する。また、中央演算ユニット52（制御ユニット部51）は、荒加工及び仕上げ加工に適した被加工物Wの移動位置（被加工物Wの位置データ）を決定し、決定した被加工物Wの移動位置を被加工物位置指令信号として被加工物送り制御回路43に出力する。被加工物送り制御回路43は、中央演算ユニット52から出力される被加工物位置指令信号に基づいて、駆動回路42に制御信号を出力する。

【0046】

次に、図5を用いて、中央演算ユニット52（制御ユニット部51）において確定された荒加工用工具2の移動位置及び仕上げ加工用工具3の移動位置に基づく荒加工用工具2の軌跡及び仕上げ加工用工具3の軌跡について説明する。なお、図5においては、説明のために、 X_1 方向と X_2 方向とを同一方向として荒加工用工具2の軌跡と仕上げ加工用工具3の軌跡とを重ね合わせた状態として示している。

【0047】

被加工物Wに対する仕上げ加工用工具3の軌跡Fは、図5に示されるように、被加工物Wの外側形状と重なるように作成される。図5中、 $F_1 \sim F_{12}$ は、主軸回転用モータ11（主軸）の所定の累積回転数毎における仕上げ加工用工具3の移動位置を示している。

【0048】

被加工物Wに対する荒加工用工具2の軌跡Rは、図5に示されるように、主軸回転用モータ11の回転中心軸1と直交する方向に見て、仕上げ加工用工具3の軌跡Fよりも仕上げ代 f 分ずれて作成される。図5中、 $R_1 \sim R_{12}$ は、主軸回転用モータ11（主軸）の所定の累積回転数毎における荒加工用工具2の移動位置

を示しており、仕上げ加工用工具3の移動位置と同じ添字のものが、同一の累積回転数における荒加工用工具2の移動位置を示しており、たとえば仕上げ加工用工具3の移動位置F₁と荒加工用工具2の移動位置R₁とは、同一の累積回転数における移動位置を示している。また、同じ添字の荒加工用工具2の移動位置と仕上げ加工用工具3の移動位置とは、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に見て、荒加工用工具2と仕上げ加工用工具3とのオフセット量Dだけずれている。

【0049】

荒加工用工具2の移動位置R₃から荒加工用工具2の移動位置R₅にかけては、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向における荒加工用工具2の移動位置と被加工物Wとの間隙が所定値以下となるので、被加工物Wの主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向への移動（送り）に伴い、主軸回転用モータ11の回転中心軸1に対して直交する方向に移動するように荒加工用工具2の移動位置が補正されて荒加工用工具2の軌跡が作成される。荒加工用工具2の移動位置は、主軸回転用モータ11の回転中心軸1に対して直交する方向における荒加工用工具2の移動速度が所定の値となるように補正される。

【0050】

これにより、被加工物Wに対する荒加工用工具2の軌跡Rは、荒加工用工具2の移動位置R₃から荒加工用工具2の移動位置R₅までの間では、主軸回転用モータ11の回転中心軸1に対して直交する方向に見て、同じ添字の荒加工用工具2の移動位置と仕上げ加工用工具3の移動位置とは、仕上げ代f以上に多くずれて作成されることになる。この結果、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向における被加工物Wと荒加工用工具2との間に所定の間隔が形成されることになり、荒加工用工具2による被加工物Wの仕上げ加工部分の内側に切れ込むことはない。なお、荒加工用工具2の移動位置が補正される間における主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に見た荒加工用工具2の移動位置と仕上げ加工用工具3の移動位置のずれ量は、荒加工用工具2と仕上げ加工用工具3とのオフセット量Dとなり変化することはない。

【0051】

仕上げ加工用工具3の移動位置F₆（荒加工用工具2の移動位置R₆）にて仕上げ加工用工具3が被加工物Wの段差部W_aに到達することから、一旦、仕上げ加工用工具3の移動位置F₆の時点で被加工物Wの主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向への移動（送り）を停止する。被加工物Wの送りが停止すると、仕上げ加工用工具3は、主軸回転用モータ11の回転中心軸1と直交する方向に仕上げ加工用工具3の移動位置F₇まで移動する。このとき、荒加工用工具2は移動することなく、荒加工用工具2の移動位置R₆に止まる。荒加工用工具2が移動位置R₆に止まることにより、荒加工用工具2によるカッターマークが被加工物Wの表面に形成されることになるが、この部分は仕上げ加工用工具3により切削されるので、仕上げ加工後の被加工物Wの表面に荒加工用工具2によるカッターマークが残ることはない。

【0052】

仕上げ加工用工具3が移動位置F₇に到達すると、被加工物Wの主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向への移動（送り）を開始し、これにより、荒加工用工具2及び仕上げ加工用工具3は被加工物Wに対して主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に相対的に移動することになる。

【0053】

このように、本実施形態によれば、仕上げ加工用工具3の移動位置を主軸回転用モータ11の回転中心軸1に対して直交する方向に仕上げ代f分ずらすことにより荒加工用工具2の移動位置を演算した後に、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に見て被加工物Wと荒加工用工具2との間に所定の間隔が形成されるように荒加工用工具2の移動位置を補正するので、仕上げ加工用工具3の軌跡Fを主軸回転用モータ11の回転中心軸1に対して直交する方向に仕上げ代f分ずらして演算された荒加工用工具2の軌跡Rが、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に見て被加工物Wと荒加工用工具2との間に所定の間隔が形成されるように補正されて、被加工物Wが荒加工及び仕上げ加工されることになる。これにより、仕上げ加工用工具3の主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向への送り（被加工物Wの送り）を停止させることなく荒加工用工具2による被加工物Wの仕上げ加工部分の内側への切れ込みを防ぐことができる。この結果、荒加

工用工具2及び仕上げ加工用工具3による被加工物Wの加工時間を短縮することができる。また、仕上げ加工用工具3の送り（被加工物Wの送り）を停止させることがないので、仕上げ加工用工具3により被加工物Wの表面にカッターマークが形成されるのを抑制することができる。

【0054】

また、荒加工用工具2の移動位置を補正する際に、主軸回転用モータ11の回転中心軸1に対して直交する方向における荒加工用工具2の移動速度が所定の値となるように荒加工用工具2の移動位置が補正されるので、荒加工用工具2の軌跡Rも主軸回転用モータ11の回転中心軸1に対して直交する方向における荒加工用工具2の移動速度が所定の値となるように補正される。これにより、荒加工用工具2を滑らかに移動させることができ、荒加工用工具2による被加工物Wの切削負荷を低減することができると共に、切削負荷が変動するのを抑制することができる。

【0055】

次に、図6及び図7に基づいて、荒加工用工具2の移動位置（荒加工用工具2の軌跡）の補正についての変形例を説明する。図6及び図7に示された変形例は、荒加工用工具2が等加速度で移動するよう荒加工用工具2の移動位置を補正するものである。

【0056】

まず、荒加工用工具2の移動位置の補正を開始する仕上げ加工用工具3の被加工物Wとの相対位置を決定する。はじめに、（1）式に基づいて、荒加工用工具2の移動位置を補正する時間間隔tを求める。

$$d/2 = 1/2 \times \alpha \times (t/2)^2 \quad \dots \dots \quad (1)$$

ここで、d：被加工物Wの段差部Waの高さ

α ：荒加工用工具2の移動加速度

【0057】

荒加工用工具2の移動位置を補正する時間間隔tが求まると、（2）式に基づいて、荒加工用工具2の移動位置を補正する区間距離Lを求める。

$$L = V_Z \times t \quad \dots \dots \quad (2)$$

ここで、 V_Z ：被加工物Wの送り速度

最後に、(3)式に基づいて、荒加工用工具2の移動位置の補正を開始する仕上げ加工用工具3の被加工物Wとの相対位置（被加工物Wの段差部Waからの距離） L_0 を求める。

$$L_0 = L + D \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

ここで、D：荒加工用工具2と仕上げ加工用工具3とのオフセット量

【0058】

主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向における仕上げ加工用工具3の位置が、図6に示されるように、被加工物Wの段差部Waから距離 L_0 だけ離れた位置に到達したときに、荒加工用工具2の移動位置の補正が行われる。荒加工用工具2の移動位置の補正是、仕上げ加工用工具3の位置が被加工物Wの段差部Waから距離 L_0 だけ離れた位置に到達したとき、すなわち荒加工用工具2位置が被加工物Wの段差部Waから距離しだけ離れた位置に到達したときから被加工物Wが $L/2$ だけ送られるまでの間、すなわち荒加工用工具2の移動位置の補正開始からの時間が $t/2$ 経過するまでの間、図7(a)及び(b)に示されるように、荒加工用工具2が主軸回転用モータ11の回転中心軸1に直交する方向に移動加速度 α で加速しながら移動するよう荒加工用工具2の移動位置が補正されて荒加工用工具2の軌跡が作成される。そして、荒加工用工具2の移動位置の補正開始からの被加工物Wの送り距離が $L/2$ から L となるまでの間、すなわち荒加工用工具2の移動位置の補正開始からの時間が $t/2$ から t に達するまでの間、荒加工用工具2が主軸回転用モータ11の回転中心軸1に直交する方向に移動加速度 α で減速しながら移動するよう荒加工用工具2の移動位置が補正されて荒加工用工具2の軌跡が作成される。

【0059】

このように、仕上げ加工用工具3の位置が被加工物Wの段差部Waから距離 L_0 だけ離れた位置（荒加工用工具2位置が被加工物Wの段差部Waから距離しだけ離れた位置）に到達したときから、荒加工用工具2の移動位置の補正が行われることにより、荒加工用工具2の軌跡Rは、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に見て被加工物Wと荒加工用工具2との間に所定の間隔を有して作成さ

れることになり、仕上げ加工用工具3の主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向への送り（被加工物Wの送り）を停止させることなく荒加工用工具2による被加工物Wの仕上げ加工部分の内側への切れ込みを防ぐことができる。この結果、荒加工用工具2及び仕上げ加工用工具3による被加工物Wの加工時間を短縮することができる。また、仕上げ加工用工具3の送り（被加工物Wの送り）を停止させることがないので、仕上げ加工用工具3により被加工物Wの表面にカッターマークが形成されるのを抑制することができる。

【0060】

また、荒加工用工具2の移動位置を補正する際に、荒加工用工具2が主軸回転用モータ11の回転中心軸1に直交する方向に移動加速度 α で加速、減速しながら移動するように荒加工用工具2の移動位置が補正されるので、荒加工用工具2の移動位置（荒加工用工具2の軌跡）を簡易に補正することができる。また、補正開始後及び補正終了前の荒加工用工具2の移動速度が緩やかになるので、荒加工用工具2による被加工物Wの切削負荷が変動すること、被加工物Wの振動、荒加工用工具2の振動をより一層抑制することができ、被加工物Wの表面に傷が付くのをより一層抑制できる。

【0061】

なお、本実施形態においては、被加工物Wを主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に移動可能として、この方向に被加工物Wを送るように構成しているが、これに限られることなく、荒加工用工具2及び仕上げ加工用工具3を主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に移動可能として、主軸回転用モータ11の回転中心軸1の方向に荒加工用工具2及び仕上げ加工用工具3を送るように構成してもよい。

【0062】

また、本実施形態においては、制御ユニット部51にカウント部53を設けるように構成しているが、カウント部53の役割をソフトウェア的に中央演算ユニット52が果たすようにプログラムを作成して、ROM56に記憶するようにしてもよい。逆に、中央演算ユニット52が果たしている機能のうち、一部の機能をハード的な回路にて構成するようにしてもよい。

【0063】

また、本実施形態においては、荒加工用工具2の軌跡を示すことになる荒加工用工具2の位置データ（移動位置）及び仕上げ加工用工具3の軌跡を示すことになる仕上げ加工用工具3の位置データ（移動位置）を主軸回転用モータ11（主軸）の所定の累積回転数毎に対応させて記憶しておき、主軸回転用モータ11（主軸）の累積回転数が位置データテーブルメモリ57aにて設定されている所定の累積回転数 θ_n に到達する毎に、対応する荒加工用工具2の位置データ及び仕上げ加工用工具3の位置データを荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号として出力するように構成しているが、これに限られるものではない。たとえば、主軸回転用モータ11（主軸）の累積回転数が所定の累積回転数 θ_n に到達する毎に、荒加工用工具2の軌跡を示すことになる荒加工用工具2の位置データ（移動位置）及び仕上げ加工用工具3の軌跡を示すことになる仕上げ加工用工具3の位置データ（移動位置）演算して求め、荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号として出力するように構成してもよい。

【0064】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、荒加工用工具及び仕上げ加工用工具による被加工物の加工時間を短縮すると共に、被加工物の表面が傷付くのを抑制することが可能な工具軌跡作成方法及び加工方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る工作機械の構成を示すブロック図である。

【図2】

本発明の実施形態に係る工作機械における、被加工物の加工動作の一例を説明するための図であり、(a)は加工前の被加工物の形状を示す図、(b)は加工された被加工物の形状を示す図である。

【図3】

本発明の実施形態に係る工作機械における、荒加工用工具及び仕上げ加工用工

具の移動位置の確定処理動作を説明するためのフローチャートである。

【図4】

本発明の実施形態に係る工作機械における、荒加工用工具位置指令信号及び仕上げ加工用工具位置指令信号の出力処理動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】

本発明の実施形態に係る工作機械における、荒加工用工具の軌跡及び仕上げ加工用工具の軌跡を示す線図である。

【図6】

本発明の実施形態に係る工作機械における、荒加工用工具の軌跡及び仕上げ加工用工具の軌跡を示す線図である。

【図7】

本発明の実施形態に係る工作機械における、荒加工用工具の動作を説明するための図であり、(a)は荒加工用工具の移動加速度の変化を示す線図であり、(b)は荒加工用工具の移動速度の変化を示す線図である。

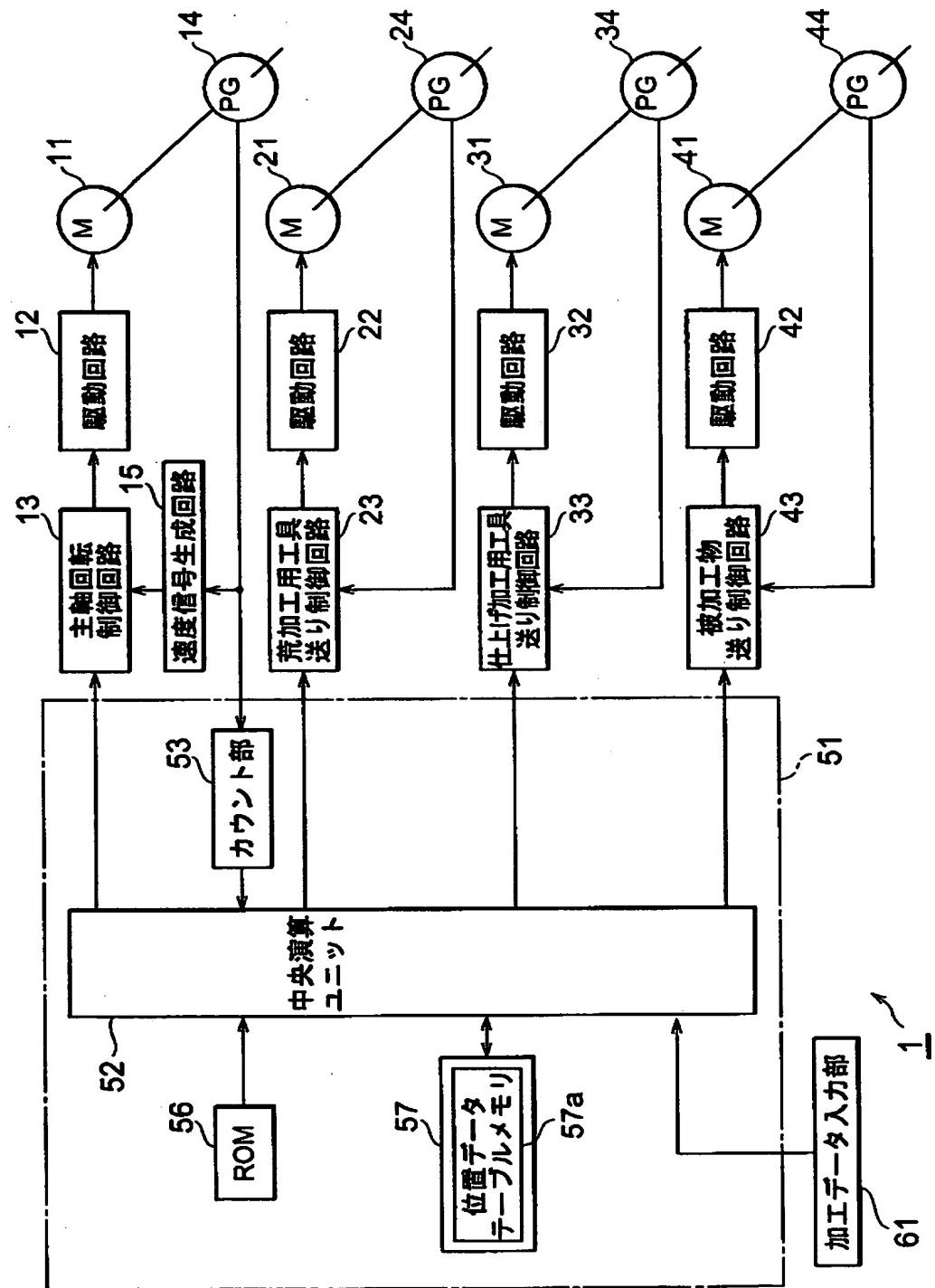
【符号の説明】

1…工作機械、2…荒加工用工具、3…仕上げ加工用工具、11…主軸回転用モータ、21…荒加工用工具移動用モータ、31…仕上げ加工用工具移動用モータ、41…被加工物移動用モータ、51…制御ユニット部、52…中央演算ユニット、53…カウント部、56…ROM、57…RAM、57a…位置データテーブルメモリ、61…加工データ入力部、F…荒加工用工具の軌跡、R…仕上げ加工用工具の軌跡、W…被加工物、Wa…段差部、f…仕上げ代。

【書類名】

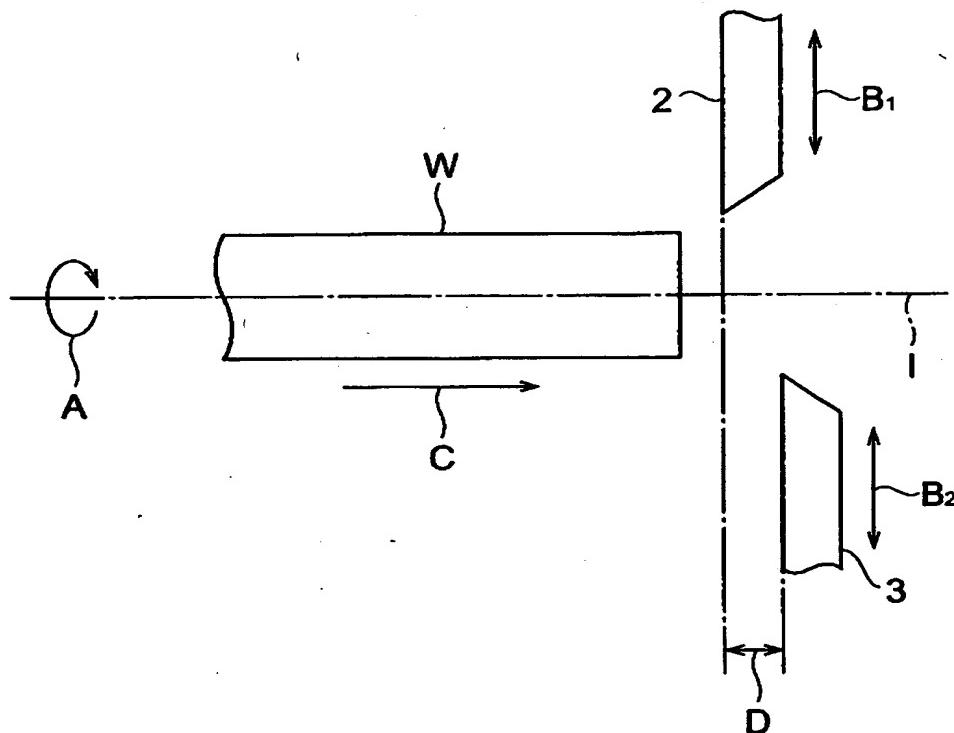
図面

【図1】

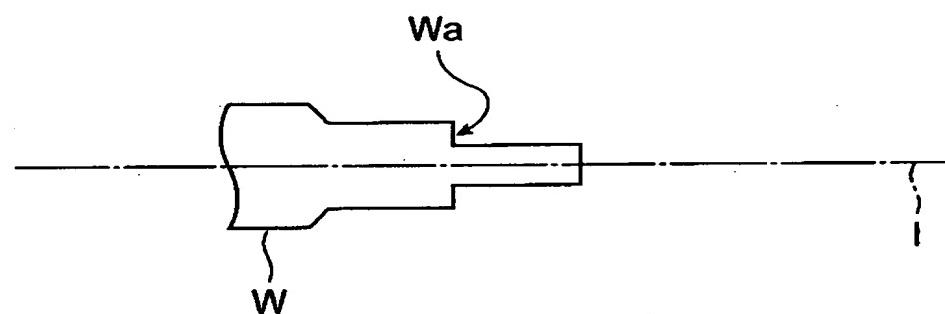


【図2】

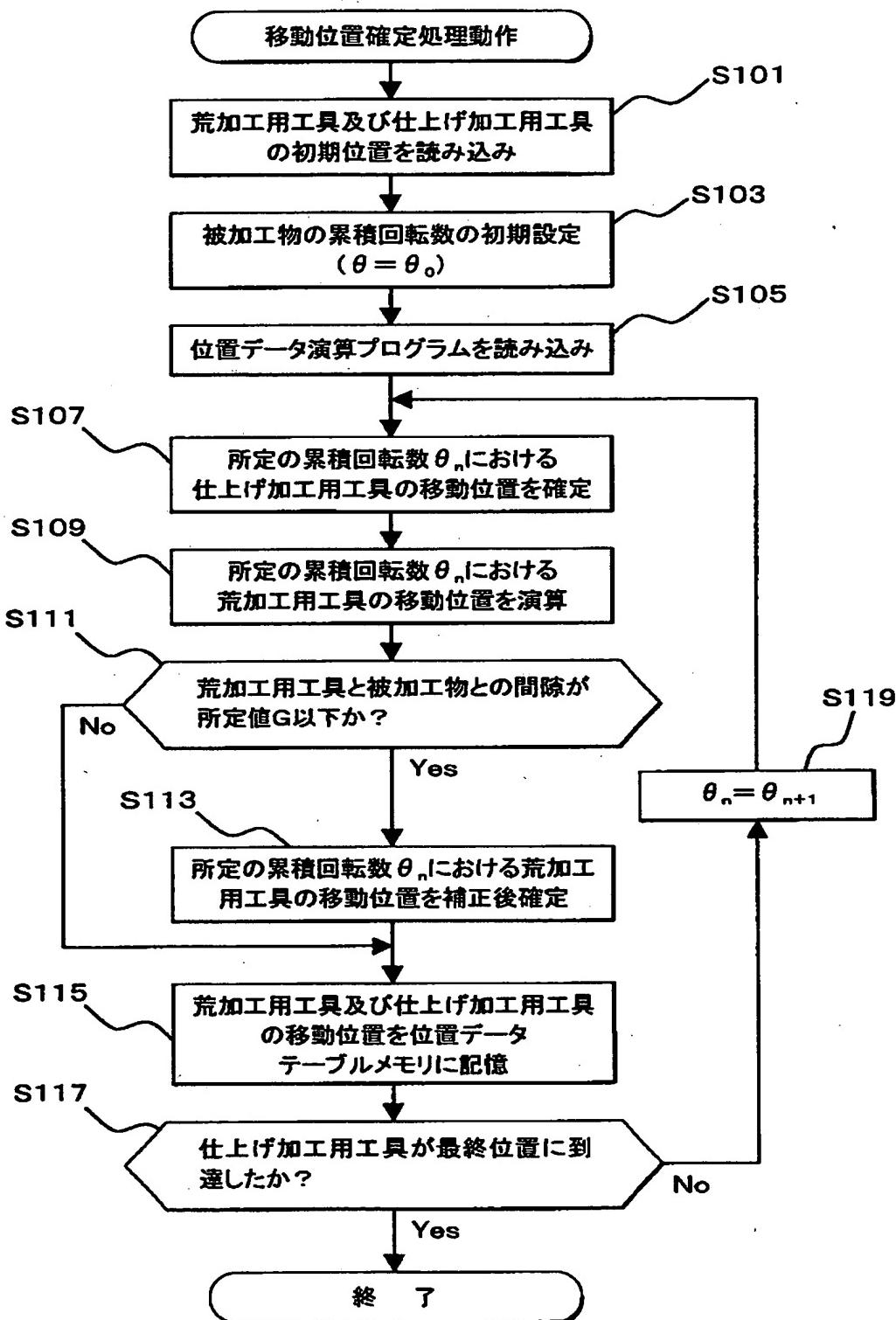
(a)



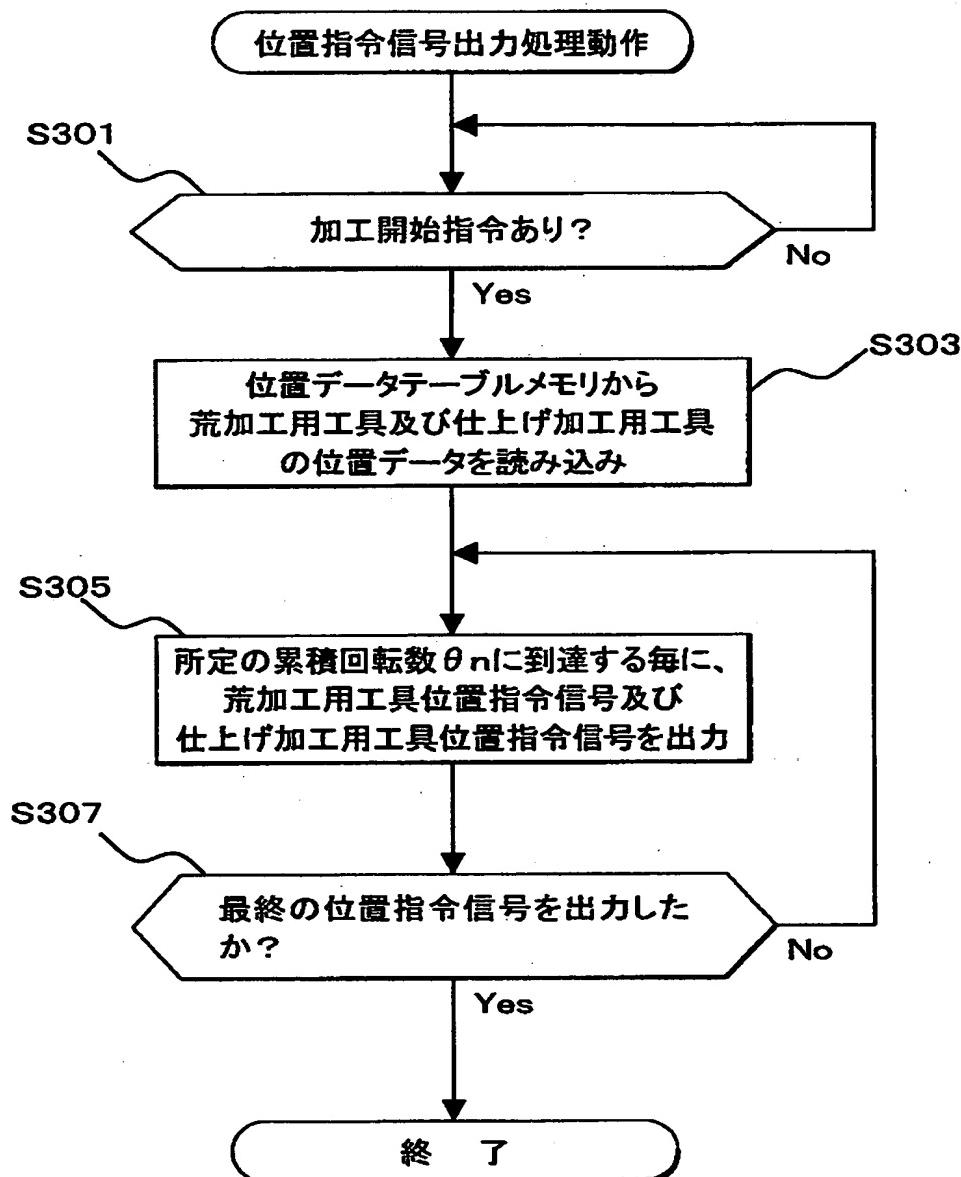
(b)



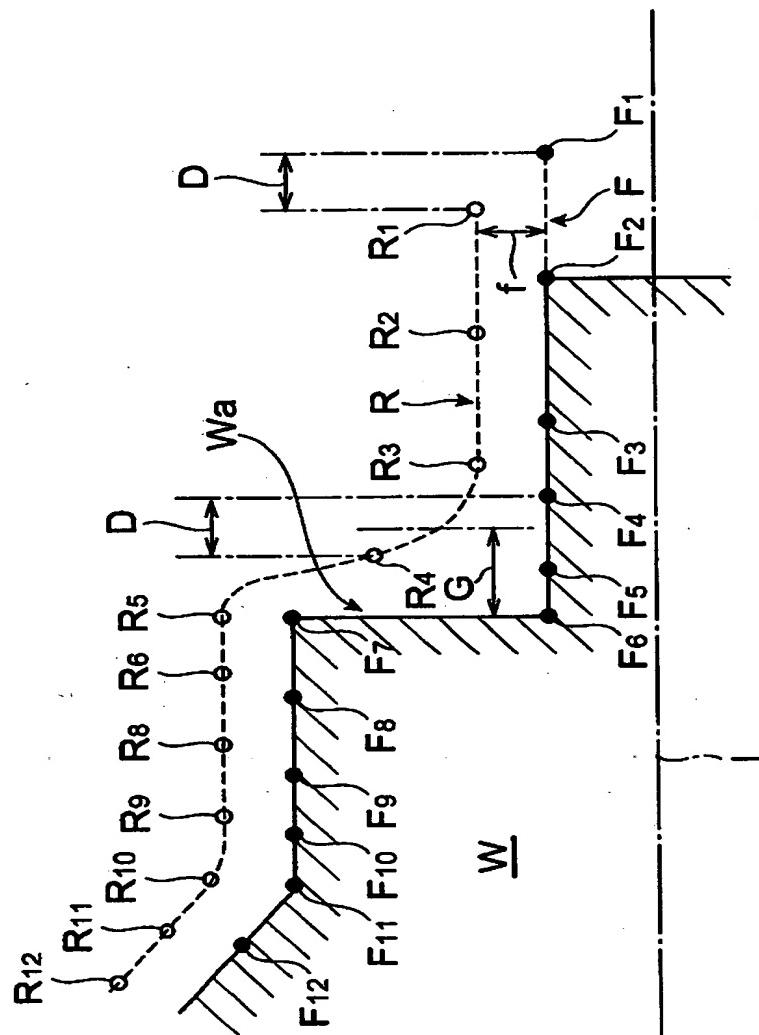
【図3】



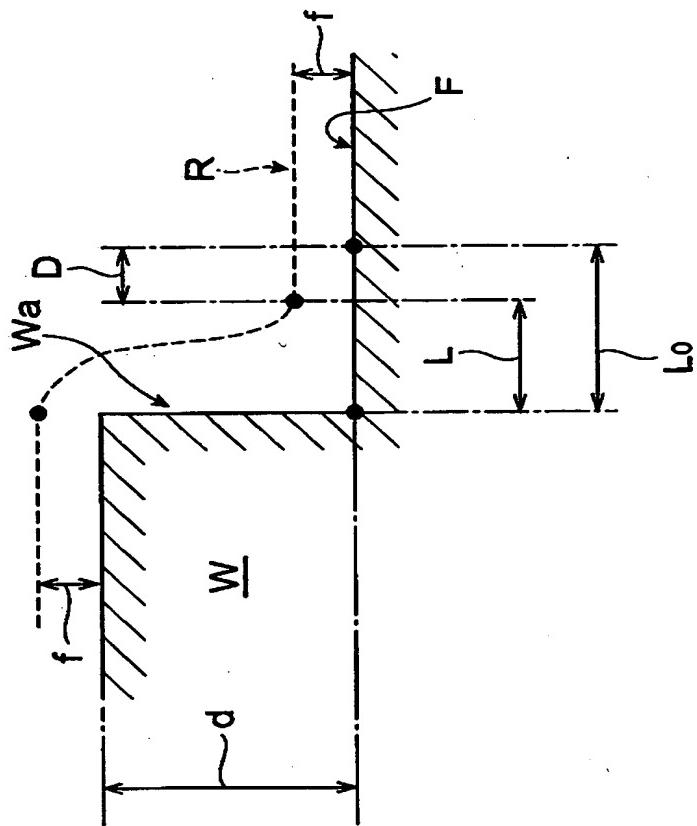
【図4】



【図5】

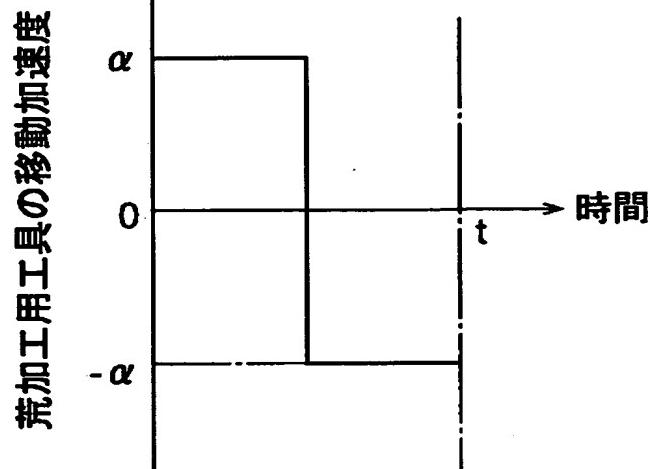


【図6】

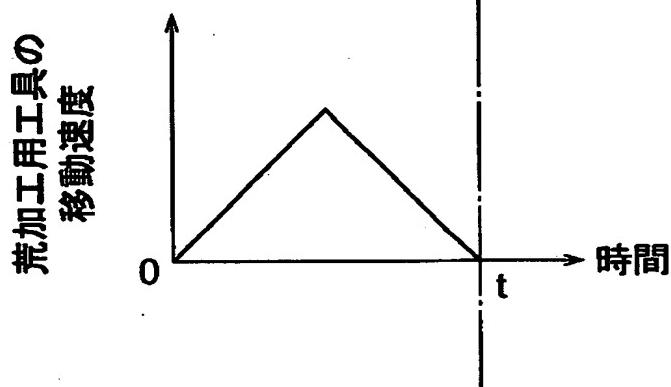


【図7】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 荒加工用工具及び仕上げ加工用工具による被加工物の加工時間を短縮することが可能な工具軌跡作成方法及び加工方法を提供すること。

【解決手段】 荒加工用工具の移動位置は、S109において、荒加工用工具の軌跡が仕上げ加工用工具の軌跡よりも仕上げ代分だけ主軸回転用モータの回転中心軸と直交する方向にずれるように、仕上げ加工用工具の移動位置に仕上げ代を加算して演算される。その後、主軸回転用モータの回転中心軸の方向における荒加工用工具の移動位置と被加工物Wとの間隙を演算し、この間隙が所定値G以下である場合には、S113にて、荒加工用工具の移動位置を、荒加工用工具が被加工物の仕上げ加工部分の内側に切れ込まないように、主軸回転用モータの回転中心軸と直交する方向に補正する。荒加工用工具の移動位置は、主軸回転用モータの回転中心軸と直交する方向における荒加工用工具の移動速度が所定の値となるように補正される。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000107642]

1. 変更年月日 1995年 3月30日

[変更理由] 住所変更

住 所 静岡県静岡市中吉田20番10号

氏 名 スター精密株式会社